

Visualisasi dan Rekonstruksi 3D Citra Medis: *Review*

Candra Irawan¹, Erika Devi Udayanti², Fajar Agung Nugroho³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang 50131

E-mail : candra@dosen.dinus.ac.id; erikadevi@research.dinus.ac.id; fajar.nugroho@research.dinus.ac.id

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk memberikan *literature review* dalam visualisasi citra medis 3D (tiga dimensi ruang) dan teknik rekonstruksi citra. Masing-masing teknik rekonstruksi dan penerapannya akan dipaparkan. *Surface rendering* dan *volume rendering* adalah teknik rekonstruksi citra 3D yang paling banyak digunakan. Algoritma *marching cube* sebuah algoritma *isosurfacing* merekonstruksi model 3D dari kumpulan citra 2D (dua dimensi ruang) yang mempunyai singgungan. *Marching Squares* menghasilkan *contour* guna memilih *thresholds* dalam rekonstruksi 3D. Pada bagian ahir, kajian ini juga akan memaparkan bahasan mengenai beberapa software aplikasi yang digunakan dalam pengolahan visualisasi citra medis seperti MIPAV, VTK, dan IDL.

Kata kunci : Citra Medis, Visualisasi, Rekonstruksi, Citra 3D

1. PENDAHULUAN

Kehadiran pengolahan citra (*image processing*) merupakan bukti pesatnya perkembangan teknologi komputer. Cakupan area pemanfaatan dari pengolahan citra sangat luas hingga merambah ke berbagai disiplin ilmu dan aplikasi. Salah satu bidang keilmuan yang memanfaatkan pengolahan citra untuk berbagai fungsi adalah ilmu kedokteran yaitu yang dikenal dengan citra medis (*medical image*). Tren pengolahan citra menjadikan pengolahan citra biomedik menjadi area penelitian yang semakin menarik.

Citra medis diperoleh dari berbagai modalitas pencitraan seperti foto X-ray atau Rontgen, *Computerized Tomography* (CT), *Ultrasound* (US) maupun *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Hasil gambar yang diperoleh adalah serangkaian irisan gambar medis 2D [1]. Seperti yang disampaikan oleh Kraugusteeliana, citra medis mampu menunjukkan hingga bagian terdalam tubuh pasien sehingga citra medis menjadi salah satu media utama dalam analisis suatu penyakit [2]. Akan tetapi, pencitraan medis gambar 2D pada umumnya sulit untuk diinterpretasikan [3]. Informasi yang terkandung dalam citra medis sangat penting bagi para tenaga ahli medis untuk dapat mendiagnosis penyakit dan mendukung pengambilan treatment yang harus diberikan. Perkembangan visualisasi citra terus mengalami kemajuan, salah satunya adalah rekonstruksi citra 2D menjadi 3D. Berbeda dengan pengolahan citra medis yang memfokuskan pada pengembangan optimalisasi citra, teknik visualisasi menekankan kemudahan bagi ahli medis menganalisis citra secara visual pada layar [2]. Visualisasi merupakan pembangunan sebuah model interaktif dari suatu objek dan lingkungannya [4].

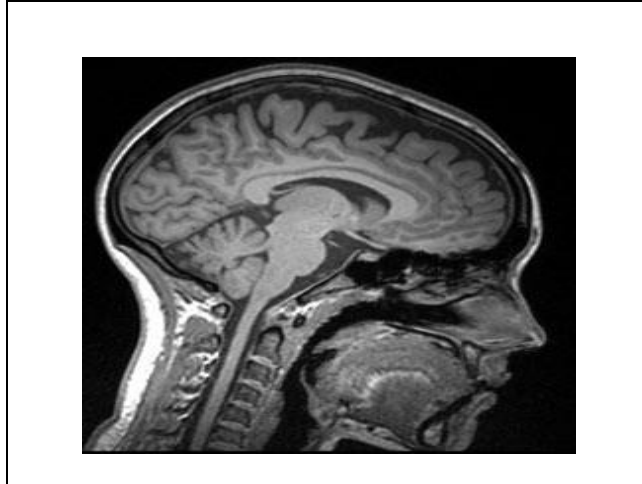
Di sisi lain, perkembangan teknologi grafis komputer terus meningkat. Kemampuan pengolah grafis merasuk dalam pengolahan citra biomedik untuk mendukung visualisasi yang lebih baik. Hal ini sangat mendukung penginterpretasian citra medis 2D menjadi citra 3D yang menyerupai objek asli. Dengan visualisasi 3D akan memudahkan paramedis melakukan diagnosa memungkinkan dilakukan penelusuran penyakit [1].

Dalam kajian ini akan dipaparkan *current state* dari beberapa *literature* pada visualisasi dan rekontruksi citra medis 3D. Pengenalan citra medis akan dibahas pada subbab 2. Selanjutnya akan dipaparkan visualisasi 3D terhadap citra medis pada subbab 3 dan diikuti visualisasi tool pada subbab 4. Pada subbab 5 adalah bagian penutup dari kajian ini.

2. CITRA MEDIS

Digitalisasi gambar atau citra membuktikan perkembangan teknologi yang semakin pesat. Sebagai bentuk informasi visual, citra (*image*) menjadi komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting [5]. Pengolahan citra merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan berupa citra dan hasilnya juga berupa citra [6]. Kemampuan digitalisasi gambar mengevolusi dunia kedokteran dengan adanya citra medis. Tujuan utama digitalisasi citra medis ini adalah merepresentasikan citra medis dalam bentuk digital yang mendukung transfer gambar dan pengarsipan serta untuk memanipulasi informasi diagnosis visual yang lebih bermanfaat [7].

Citra medis dimanfaatkan oleh para ahli medis untuk melakukan diagnosis terhadap suatu penyakit. Hasilnya digunakan untuk menentukan treatment dan penanganan yang sesuai untuk pasien. Citra medis diperoleh dengan cara menembakkan sensor aktif seperti sinar-X ke bagian tubuh pasien sehingga dapat dihasilkan citra dari organ bagian dalam pasien [8]. Berbagai modalitas pencitraan medis seperti foto X-ray atau Rontgen, *Computerized Tomography* (CT), *Ultrasound* (US) maupun *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) secara luas digunakan untuk melakukan diagnosis terhadap penyakit. Pada gambar 1 menampilkan contoh hasil citra medis dari modalitas MRI.



Gambar 1. Hasil citra medis MRI

Istilah pencitraan medis merupakan suatu metode dalam memvisualisasikan tubuh manusia guna mendukung penanganan medis bagi para pasien dengan maksud menganalisa, mendiagnosis suatu penyakit. Berbeda dengan citra yang lain, pola citra yang terkandung pada citra medis cukup rumit untuk dapat dilakukan analisis. Kerumitan pola citra medis ini karena terdapat berbagai jenis jaringan (*tissue*) pembangun tubuh manusia [9]. Pengolahan citra medis memiliki 2 tujuan utama [10], meningkatkan keakuratan diagnosis dokter dari pengolahan gambar yang dilakukan, serta adanya peningkatan efisiensi dari pengolahan citra tersebut sehingga dapat menekan biaya diagnosis.

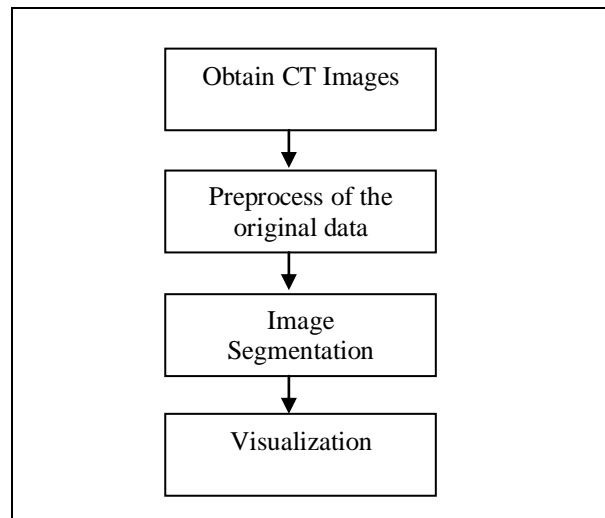
3. REKONSTRUKSI 3D CITRA MEDIS

Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa citra medis pada umumnya berupa kumpulan irisan citra 2D yang sulit untuk diinterpretasikan, sehingga agar lebih menyerupai bentuk aslinya citra medis 2D selanjutnya ditransformasikan dalam citra 3D [3]. Selain itu analisa dengan citra medis 2D memakan waktu dan kemunculan eror cenderung tinggi [11]. Kemampuan teknologi visualisasi 3D digunakan untuk membuat citra medis yang nyata [11],[12],[13].

Berdasarkan teknologi visualisasi tersebut, metode rekonstruksi 3D menggabungkan penerapan algoritma dengan *preprocessing* citra [14]. Proses dasar dalam rekonstruksi 3D terlihat pada gambar 2. Rekonstruksi dimulai dengan proses *reading* kumpulan citra medis 2D untuk diatur berdasar posisi spasialnya. Proses selanjutnya, penerapan teknik render citra medis seperti *multiplanar rendering* (MPR), *surface rendering* (SR) dan *volume rendering* (VR) untuk memvisualisasikan *data volume* sebagai gambar 3D [1],[15]. Teknik rendering yang paling banyak digunakan adalah *surface rendering* dan *volume rendering* [16][17].

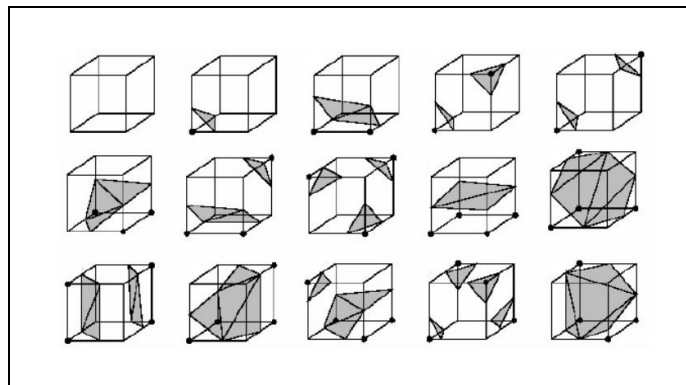
Teknik *surface rendering* menunjukkan permukaan dari objek tanpa memperhatikan informasi bagian dalam objek. Selain itu juga memvisualisasikan sebuah objek sebagai sekumpulan *surface* yang disebut *iso-surface*. Untuk menampilkan keseluruhan volume objek digunakan teknik *volume rendering*.

Marching Cubes (MC) *Algorithm* merupakan algoritma *isosurfacing* yang paling populer dalam rekonstruksi 3D [17],[18]. MC bekerja dengan merekonstruksi model 3D dari kumpulan citra 2D yang mempunyai singgungan. Untuk merekonstruksi model 3D dengan membangun kubus-kubus (*cube*) kecil imajiner dengan pola seperti yang terlihat dalam gambar 3. Kedelapan sudut dari kubus imajiner MC dibentuk oleh pixel dari dua gambar yang berdekatan dimana setiap sudut dapat menjadi pixel putih atau pixel hitam. MC telah banyak diaplikasikan di berbagai ilmu termasuk biomedik yaitu untuk membangun rekonstruksi *body contour* maupun organ dalam manusia. Avnish Patel menggunakan algoritma MC untuk menghasilkan model 3D dari kumpulan citra lutut 2D [11]. Sebuah rekonstruksi 3D data CT dari citra kaki dan citra gigi juga dibangun dengan MC dengan menggunakan ketiga teknik MPR, SR, dan VR [1],[16].



Gambar 2: Proses Rekonstruksi 3D [1],[14]

Algoritma *Marching Squares* (MS) [19] digunakan untuk menghasilkan *contour* guna memilih *thresholds* dalam rekonstruksi 3D. *Contour* terbentuk dari titik-titik dengan nilai yang sama yang saling terhubung membentuk garis. Titik-titik dengan value yang sama ditentukan dengan metode linear interpolasi. *Triangulated irregular network* (TIN) *Algorithm* termasuk dalam algoritma dalam rekonstruksi objek 3D. Awalnya algoritma TIN membuat lingkaran sekecil mungkin dengan perimeter melewati 3 titik (*point*) dan menarik kemungkinan segitiga (*triangle*) terbesar dari titik tersebut. Algoritma TIN secara luas telah dimanfaatkan pada banyak area aplikasi untuk membuat sambungan jaringan segitiga [3].



Gambar 3: Pola Kubus Algoritma Marching Cube

4. VISUALISASI TOOLKIT

Berbagai aplikasi desktop muncul untuk menunjang visualisasi dan analisis citra medis. Berikut ini beberapa aplikasi yang digunakan dalam pengolahan visualisasi citra medis seperti *Medical Image Processing Analysis and Visualization* (MIPAV) [20], *Visualization Toolkit* (VTK) [21], dan *Interactive Data Language* (IDL) [15]. MIPAV adalah aplikasi pengolahan citra n-dimensi dan *platform-independent* untuk tujuan umum yang dapat mengolah citra medis dari berbagai jenis modalitas. MIPAV mendukung pembacaan data citra medis dengan berbagai format file, berbagai tipedata juga citra dengan n-dimensi. Tersedia pengguna antarmuka grafis untuk memanipulasi gambar seperti segmentasi dan pengukuran. Selain itu juga disisipkan tool analisis dan pengolahan citra dalam modul algoritma.

Interactive Data Language (IDL) bahasa pemrograman visual berorientasi matrik (*matrix-oriented*) yang digunakan untuk analisa data dan memiliki *library* yang besar untuk *displaying* dan analisa gambar. IDL terdiri dari aritmatika *PolyPaint* untuk melakukan *surface rendering*, dan aritmatika *ray cast* untuk melakukan *volume rendering*.

Visualization Toolkit (VTK) sebuah perangkat lunak system yang berorientasi objek untuk komputer grafis, pengolahan citra, dan visualisasi yang paling umum digunakan. VTK terdiri dari *class library* C++, dan beberapa *interface layer* seperti Tcl/Tk, Java, juga Python. Selain itu VTK telah terintegrasi dengan banyak algoritma yang memungkinkan user memadukan data dan algoritma citra 2D maupun 3D. Akan tetapi VTK hanya mampu berjalan pada *windows platform*.

5. PENUTUP

Digitalisasi citra medis membuka peluang research area baru yaitu pengolahan citra medis. Visualisasi dan rekonstruksi citra medis 3D menjadi domain area yang penting dan sangat berguna untuk menghadirkan informasi dalam proses diagnosis, analisa, serta evaluasi terhadap suatu penyakit. Rekonstruksi 3D menjadi solusi atas sulitnya interpretasi dalam citra medis 2D. berbagai algoritma seperti Marching Cube (MC), Marching Squares (MS), dan Triangulates Irregular Network (TIN) digunakan untuk membangun citra medis 3D dengan bermacam tool visualisasi. Tantangan yang dihadapi dalam rekonstruksi citra medis 3D adalah operasi array yang menghabiskan banyak waktu. Selain itu juga mempertimbangkan kekurangan (*limitation*) dari hardware yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Wang, "Three-Dimensional Medical CT Image Reconstruction," 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, pp. 548–551, Apr. 2009.
- [2] F. Muchtadi dan I. Setiawan, "Segmentasi Citra Secara Semi-Otomatis untuk Visualisasi Volumetrik Citra Ct-Scan Pelvis," Makara Journal of Technology Series, vol. 13, no. 2, pp. 59–66, 2010.
- [3] V. Archirapatkave, H. Sumilo, S. C. W. See, and T. Achalakul, "GPGPU Acceleration Algorithm for Medical Image Reconstruction," 2011 IEEE Ninth International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications, pp. 41–46, May 2011.
- [4] C. Tiejian and W. Yaonan, "An embedded 3D medical image processing and visualization platform based on dual-core processor," Intelligent Control and Automation, no. 2007, pp. 2936–2941, 2010.
- [5] O. D. Nurhayati, P. Studi, T. Elektro, U. Gadjah, and M. Yogyakarta, "Metode Segmentasi Untuk Analisis Citra Digital," pp. 29–37.
- [6] D. Putra, Pengolahan Citra Digital. CV. Andi Offset Yogyakarta, 2010.
- [7] S. Wong, L. Zaremba, D. Gooden, and H. K. Huang, "Radiologic image compression-a review," Proceedings of the IEEE, vol. 83, no. 2, pp. 194–219, 1995.
- [8] D. A. W, Y. Purwananto, R. Soelaiman, T. Informatika, and F. T. Informasi, "Segmentasi Citra Medis Menggunakan Generalized Gradient Vector Flow Dan Growing Neural Gas," pp. 1–7.
- [9] A. S. Budiman, "Pengolahan dan Eksplorasi Informasi Citra Medis dengan Segmentasi Amplitudo," Universitas Andalas, 2007.
- [10] M. Freedman, D. S. Artz, and S. K. Mun, "Image Processing of Medical Radiographs for Single Image Display," no. 443, pp. 12–16, 1997.
- [11] N. Technologies, A. Patel, and K. Mehta, "3D Modeling and Rendering of 2D Medical Image," pp. 150–153, 2012.
- [12] W. Cheng, C. Chen, Z. Qian, and L. Lu, "Research On Medical Image Three Dimensional Visualization System," IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, pp. 919–923, 2007.
- [13] L. Lu, C. Chen, and W. Cheng, "Medical image visualization using true 3D display technology," 2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, pp. 914–918, May 2007.
- [14] Y. Huang, "3D reconstruction and visualization from 2D CT images," 2011 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education, pp. 153–157, Dec. 2011.
- [15] L. Xiaoqi, L. Xin, and J. Dongzheng, "Research and Implement of Three-Dimensional Reconstruction Technology for Medical Images Based on IDL," Computer Science & Service System, 2012.
- [16] W. Hongjian, T. Yuelin, and L. Fen, "Three-Dimensional Reconstruction of Foot Based on Marching Cubes," 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, no. Mc, pp. 1048–1051, May 2010.
- [17] F. Qian, X. Ma, W. Wan, and J. Zhang, "A novel surface rendering algorithm for 3D reconstruction of medical images," IET International Communication Conference on Wireless Mobile & Computing (CCWMC 2009), pp. 484–487, 2009.
- [18] G. H. Weber, G. Scheuermann, H. Hagen, and B. Hamann, "Exploring scalar fields using critical isovalues," IEEE Visualization, 2002. VIS 2002, vol. 2, pp. 171–178, 2002.
- [19] D. Wu, H. Tian, G. Hao, Z. Du, and L. Sun, "Design and realization of an interactive medical images three dimension visualization system," 2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, no. Bmei, pp. 189–193, Oct. 2010.
- [20] M. J. McAuliffe, F. M. Lalonde, D. McGarry, W. Gandler, K. Csaky, and B. L. Trus, "Medical Image Processing, Analysis and Visualization in clinical research," Proceedings 14th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems. CBMS 2001, pp. 381–386.
- [21] "www.vtk.org."